

В.Н. Кропивный, проф., канд. техн. наук, И.В. Шепеленко, доц., канд. техн. наук, В.В. Черкун, инж.

Кировоградский национальный технический университет

Исследование свойств покрытия, нанесенного методом ФАБВО

В статье приведены результаты исследований нанесения латунных покрытий методом ФАБВО на поверхности стальных образцов и определения их антифрикционных свойств.

ФАБВО, латунирование, покрытие, коэффициент трения

Одним из путей повышения долговечности деталей является применение новых прогрессивных способов обработки, в частности, финишной антифрикционной безабразивной обработки (ФАБО), известной благодаря работам Гаркунова Д.Н., Лозовского В.Н., Балабанова В.И., Рыбаковой Л.М. и др. [1-4].

Усложнение кинематики движения инструмента позволило повысить производительность обработки и разработать эффективную технологию нанесения приработочных покрытий путем финишной антифрикционной безабразивной вибрационной обработкой (ФАБВО) [5].

При нанесении покрытий методом ФАБВО необходимо учитывать такие факторы как взаимное внедрение и массоперенос частиц одной детали на поверхность другой; разрушение оксидных пленок и их удаление из зоны контакта; развитие микропластической деформации в микровыступах шероховатости; интенсивное перемещение в приконтактных объемах структурных дефектов и активация контактных поверхностей; химическое воздействие активных компонентов технологической среды.

В данной работе приведены результаты исследований нанесения латунных покрытий методом ФАБВО на поверхности сталей и чугунов, а также определения антифрикционных свойств этих покрытий.

Нанесение покрытий осуществлялось на разработанной установке [6] с использованием латуни Л62 при следующих режимах латунирования: удельное давление 200 МПа; скорость скольжения 1,82 м/с; амплитуда осцилляции 7,13 мм; отношение частоты двойных ходов инструмента к частоте вращения детали 55.

Опыты по латунированию стальных образцов и оценка качества латунных покрытий, полученных при применении латуней Л62, Л52 показали, что с точки зрения пористости получаемых покрытий и производительности процесса, латунь Л62 дает лучшие результаты. Это объясняется отсутствием в латуни Л62 β -фазы, усложняющей перенос меди на стальную поверхность.

Нанесение латунного покрытия фрикционным методом на поверхность образцов из чугуна СЧ15 не дало положительного результата. Объясняется это наличием крупных графитных включений, часть из которых выходят под острым углом на поверхность, тем самым препятствуя схватыванию латуни с металлической основой чугунов (рис.1).

В тоже время при нанесении латунного покрытия на поверхность образцов из чугуна СЧ30 достигаются результаты, близкие к латунированию высоколегированных сталей. Это объясняется повышенной дисперсностью графитных включений, что в меньшей мере препятствует образованию латунного покрытия.

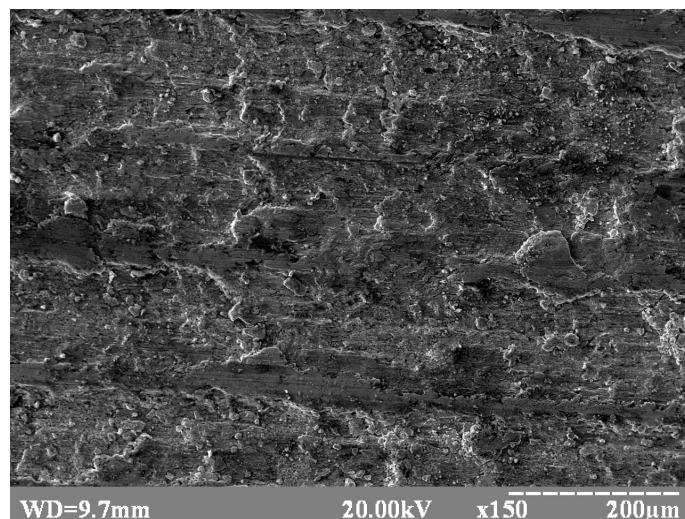


Рисунок 1 - Структура чугуна СЧ15 после ФАБВО, $\times 150$

На поверхности стальных образцов, имеющих твердость 30...32 HRC и ниже, наблюдаются повреждения в виде кольцевых рисок и ряби (табл.1, 2). При постепенном удалении латунного покрытия с поверхности образцов путем растворения его в аммиаке было установлено, что все вмятины заполнены латунью.

Таблица 1 - Толщина и пористость покрытия при латунировании методом ФАБВО различных материалов

Материал	Обработка образцов и твердость материала	Толщина покрытия, мкм	Пористость покрытия в % от эталона
Сталь 18ХГТ	цементированная, 58...62 HRC	4...6	100
Сталь 45	33...36 HRC	4...6	100
Сталь 20	в состоянии поставки	5...7	90
Сталь ШХ-15	60...62 HRC	4...5	120
Сталь 38ХМЮА	54...58 HRC	4...5	120
Сталь 12ХНЗА	цементированная, 48...50 HRC	4...6	130

Очевидно, что образование кольцевых рисок и вмятин на поверхности стальных образцов, имеющих твердость выше твердости латуни, происходит в результате вдавливания в нее частиц латуни, находящихся в объемно-напряженном состоянии сжатия (рис.2).

Сравнительная оценка антифрикционных свойств латунного покрытия, наносимого на сталь методом ФАБВО, по отношению к антифрикционным свойствам других покрытий проводилась на модернизированной машине трения МИ-1М при

вращательном движении ряда пар трения, в которых сталь работала по стали, имеющие различные покрытия.

Таблица 2 - Состояние поверхности образцов при ФАБВО в зависимости от твердости стали образцов

Материал образцов	Твердость материала, HRC	Состояние поверхности образцов
Сталь 18ХГТ	28...30	имеются кольцевые риски
Сталь 18ХГТ	30...32	имеются кольцевые риски
Сталь 18ХГТ	34...36	шероховатость поверхности соответствует исходной
Сталь 18ХГТ	58...62	шероховатость поверхности соответствует исходной

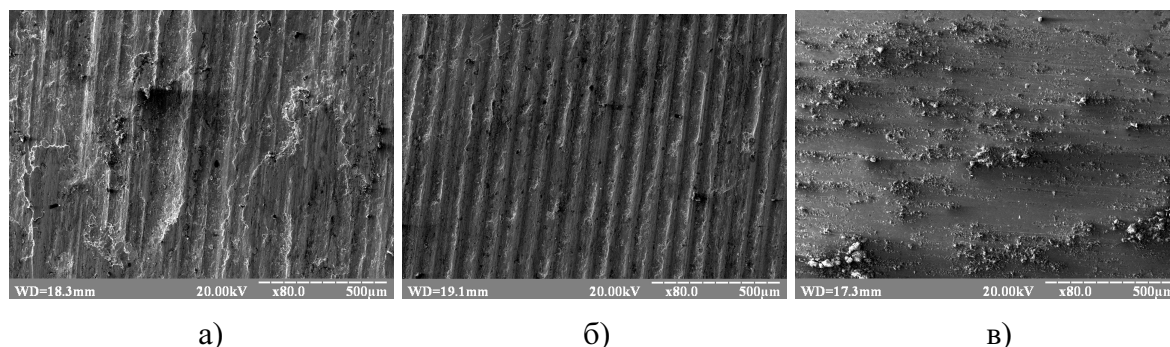


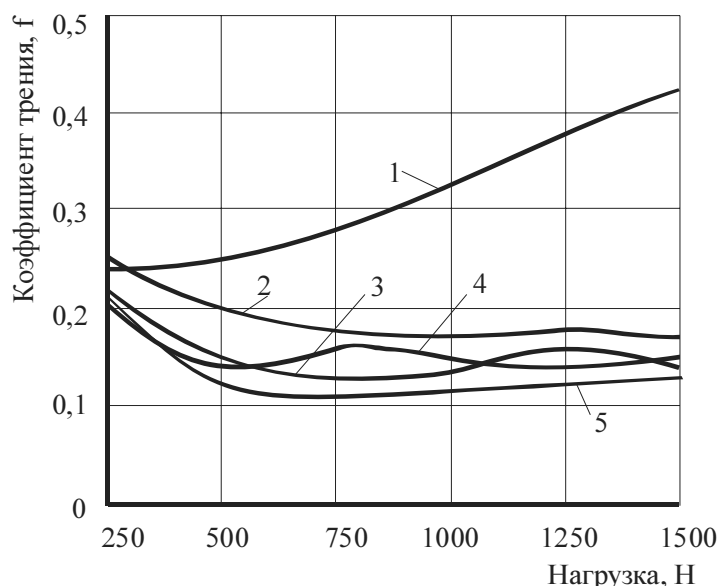
Рисунок 2 - Структуры сталей после ФАБВО, $\times 80$: а – сталь 35; б – сталь 45; в – сталь 18ХГТ

В этих опытах одним из образцов являлся вал, которому придавалось вращательное движение, сопряженным образцом являлся сменный вкладыш. Вал был изготовлен из стали 18ХГТ. Поверхность трения покрывалась электролитическим способом сурьмой, висмутом, обрабатывалась методом анодного сульфидирования и ФАБВО. Испытания проводились при различной нагрузке (в пределах 250...1500Н), прикладываемой к сопряженному с валом образцу.

Проведенными испытаниями было установлено (рис.3), что при трении стали без покрытий, схватывание металла наступает уже при нагрузке 750Н. При дальнейшем увеличении нагрузки процесс разрушения поверхностей образцов ускоряется. Дополнительная обработка поверхности трения с образованием покрытий на образцах приводит к снижению коэффициента трения и устранению схватывания.

Таким образом, нанесение латунного покрытия методом ФАБВО может позволить в определенных условиях снизить коэффициент трения, а следовательно улучшить противозадирную стойкость стали более эффективно, чем висмутирование, сурьмирование и сульфидирование. Это объясняется тем, что висмут и сурьма дают пористое покрытие, которое приводит к повышению коэффициентов трения. При сульфидировании образуются сульфиды повышенной твердости, что приводит к снижению износостойкости поверхности.

Использование явления избирательного переноса меди в парах трения может быть реализовано в следующих направлениях его применения.



1 - сталь по сталі; 2 - сталь по сульфидованій сталі; 3 - сталь по сталі, покривається висмутом;
4 - то ж, з покриттям сурьмою; 5 - то ж, з покриттям латунню методом ФАБВО

Рисунок 3 - Залежність коефіцієнтів трення від нормальної навантаження, отримана при випробуванні різних покриттів

Во-перших, можна йти по шляху застосування пар трення, даючих взаємний атомарний перенос міді і володіють високою зносостійкістю. Наприклад, застосовувати в рухомих з'єднаннях бронзу БрОФ, працює по сталі при смазці глицерином.

Во-вторых, застосовуючи до з'єднань з парами трення сталь по сталі, можна виробляти попереднє нанесення на поверхню трення однієї з деталей шару міді, бронзи або латуні з метою покращення прирабатываемости і підвищення протизадирної стійкості деталей.

Проведені дослідження показали, що нанесення антифрикційних покриттів методом ФАБВО може ефективно використовуватися для обробки деталей.

Список литературы

1. Гаркунов Д.Н. Триботехника: Износ и безызносность.: Учеб. для вузов. - М.: Изд-во МСХА, 2001. - 615 с.
2. Лозовский В.Н. Надежность гидравлических агрегатов. М.: Машиностроение, 1974. - 320 с.
3. Балабанов В.И. Повышение ресурса дизелей фрикционным латунированием шеек коленчатых валов в ремонтном производстве. Дис...канд. техн. Наук. Брянск, 1980. - 144 с.
4. Рыбакова Л.М., Куксенова Л.И. Структура и износостойкость металла. М.: Машиностроение, 1982. - 209 с.
5. Спосіб нанесення антифрикційних покриттів: Пат. 35859 України, МКВ С23С20/00 / М.І.Черновол, В.В.Черкун, В.М.Наливайко, Є.К.Солових, І.В.Шепеленко, А.М.Щербина. - Заявл. 14.01.1999; Опубл. 15.02.2001, Бюл.№1. - 2 с.
6. Пристрій для фрикційно-механічного нанесення покриттів: Пат. 35858 України, МКВ С23С20/00 / М.І.Черновол, В.В.Черкун, В.М.Наливайко, Є.К.Солових. - Заявл. 14.01.1999; Опубл. 16.04.2001, Бюл.№3. - 2 с.

У статті наведені результати досліджень нанесення латунних покриттів методом ФАБВО на поверхні зразків із сталі та визначення їх антифрикційних властивостей.

In the article the results of researches of causing of brass coverages by the FABVO method on the surface of steel standards and determination of their antifriktsionnih properties are resulted.